

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-325233

(43)Date of publication of application : 08.11.2002

(51)Int.Cl.

H04N 7/08  
G06T 1/00  
H04N 1/387  
H04N 7/081

(21)Application number : 2001-126748

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 24.04.2001

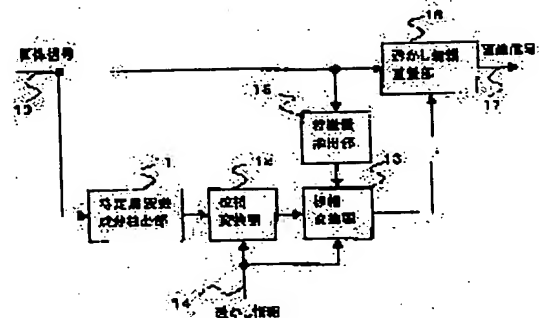
(72)Inventor : YAMAKAGE TOMOO  
MURATANI HIROBUMI  
KAMIBAYASHI TATSU  
KOTO SHINICHIRO  
YAMADA HISASHI

# (54) ELECTRONIC WATERMARK EMBEDDING METHOD AND DEVICE, AND ELECTRONIC WATERMARK DETECTION METHOD AND DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electronic watermark embedding device capable of detecting embedded watermark information without increasing an arithmetic amount and a circuit scale for attack such as segmenting, scaling and rotation of images.

SOLUTION: The electronic watermark embedding device has a specific frequency component extraction part 11 for extracting a specific frequency component signal from an input embedding object image signal 10, a phase converter 12 and an amplitude converter 13 constituted to perform the phase conversion and amplitude conversion of the extracted specific frequency component signal and control at least one conversion amount of a phase and an amplitude by watermark information 14, and a watermark information superposing part 16 for superposing the specific frequency component signal performing the phase conversion and the amplitude conversion on the embedding object image signal 10 and outputting an embedded image signal 17 embedding the watermark information.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-325233

(P2002-325233A)

(43) 公開日 平成14年11月8日 (2002.11.8)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 4 N 7/08		G 0 6 T 1/00	5 0 0 B 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 0 0	H 0 4 N 1/387	5 C 0 6 3
H 0 4 N 1/387		7/08	Z 5 C 0 7 6
7/081			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-126748(P2001-126748)

(22) 出願日 平成13年4月24日 (2001.4.24)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 山影 朋夫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 村谷 博文

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

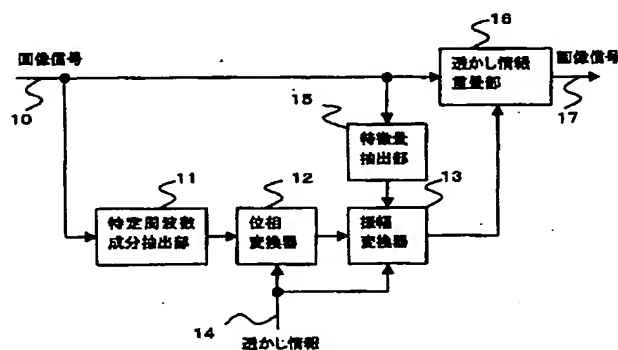
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子透かし埋め込み方法及び装置並びに電子透かし検出方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 画像の切り出し、スケーリング及び回転等の攻撃に対して、演算量や回路規模の増大を伴うことなく、埋め込んだ透かし情報を検出可能な電子透かし埋め込み装置を提供する。

【解決手段】 入力される埋め込み対象画像信号10から特定周波数成分信号を抽出する特定周波数成分抽出部11と、抽出された特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を行い、位相及び振幅の少なくとも一方の変換量が透かし情報14によって制御されるように構成された位相変換器12及び振幅変換器13と、位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号を埋め込み対象画像信号10に重畳して透かし情報が埋め込まれた埋め込み済み画像信号17を出力する透かし情報重畳部16を有する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】画像信号に透かし情報を埋め込む電子透かし埋め込み方法において、

入力される画像信号から特定周波数成分信号を抽出し、位相及び振幅の少なくとも一方の変換量が前記透かし情報によって制御されるように構成された少なくとも一つの変換手段によって前記特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を行い、

位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号を前記入力される画像信号に重畳して前記透かし情報が埋め込まれた画像信号を出力する電子透かし埋め込み方法。

【請求項 2】透かし情報が埋め込まれた画像信号から透かし情報を検出する電子透かし検出方法において、

入力される画像信号から特定周波数成分信号を抽出し、抽出された特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を少なくとも一つの変換手段によって行い、位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号と前記入力される画像信号との相関演算を行って前記透かし情報を抽出する電子透かし検出方法。

【請求項 3】画像信号に透かし情報を埋め込む電子透かし埋め込み装置において、

入力される画像信号から特定周波数成分信号を抽出する抽出手段と、抽出された特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を行い、位相及び振幅の少なくとも一方の変換量が前記透かし情報によって制御されるように構成された少なくとも一つの変換手段と、

前記変換手段によって位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号を前記入力される画像信号に重畳して前記透かし情報が埋め込まれた画像信号を出力する重畳手段とを有する電子透かし埋め込み装置。

【請求項 4】前記抽出手段と前記重畳手段との間に挿入された前記特定周波数信号の振幅を制限する振幅リミッタをさらに有する請求項 3 記載の電子透かし埋め込み装置。

【請求項 5】前記抽出手段及び変換手段の少なくとも一方の特性をランダム化情報によってランダム化する請求項 3 記載の電子透かし埋め込み装置。

【請求項 6】前記変換手段と前記重畳手段との間に挿入された非線形フィルタをさらに有する請求項 3 記載の電子透かし埋め込み装置。

【請求項 7】透かし情報が埋め込まれた画像信号から透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、入力される画像信号から特定周波数成分信号を抽出する抽出手段と、

抽出された特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を行う少なくとも一つの変換手段と、

前記変換手段によって位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号と前記入力される画像信号との相関

2

演算を行って前記透かし情報を抽出する相関演算手段とを有する電子透かし検出装置。

【請求項 8】前記抽出手段と前記相関演算手段との間に挿入された前記特定周波数信号の振幅を制限する振幅リミッタをさらに有する請求項 7 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 9】前記抽出手段及び変換手段の少なくとも一方の特性をランダム化情報によってランダム化する請求項 7 記載の電子透かし検出装置。

10 【請求項 10】前記変換手段と前記相関演算手段との間に挿入された非線形フィルタをさらに有する請求項 3 記載の電子透かし検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば記録媒体を介して提供されるデジタル動画像信号の不正な複製を防止するのに有効な電子透かし埋め込み方法及び装置並びに電子透かし検出方法及び装置に関する。

【0002】

20 【従来の技術】デジタル VTR、あるいは DVD（デジタルバーサタイルディスク）のようなデジタル画像データを記録及び再生する装置の普及により、これらの装置で再生が可能な数多くのデジタル動画像が提供されるようになってきている。またインターネット、放送衛星、通信衛星等を介したデジタルテレビ放送を通じて様々なデジタル動画像が流通し、ユーザは高品質のデジタル動画像を利用することが可能となりつつある。

30 【0003】デジタル動画像は、デジタル信号レベルで簡単に高品質の複製を作成することが可能であり、何らかの複製禁止あるいは複製制御を施さない場合には、無制限に複製されるおそれがある。従って、デジタル動画像の不正な複製（コピー）を防止し、あるいは正規ユーザによる複製の世代数を制御するために、デジタル動画像に複製制御のための情報を付加し、この付加情報を用いて不正な複製を防止し、複製を制限する方法が考えられている。

40 【0004】このようにデジタル動画像に別の付加情報を重畳する技術として、電子透かし (digital watermarking) が知られている。電子透かしは、デジタルデータ化された音声、音楽、動画、静止画等のコンテンツに対して、コンテンツの著作権者や利用者の識別情報、著作権者の権利情報、コンテンツの利用条件、その利用時に必要な秘密情報、あるいは上述した複製制御情報などの情報（これらを透かし情報と呼ぶ）を知覚が容易ではない状態となるように埋め込み、後に必要に応じて透かし情報をコンテンツから検出することによって利用制御、複製制御を含む著作権保護を行ったり、二次利用の促進を行うための技術である。

50 【0005】電子透かしの一つの方式として、スペクト

## 3

ラム拡散技術を応用した方式が知られている。この方式では、以下の手順により透かし情報をデジタル動画像に埋め込む。

〔ステップE1〕画像信号にPN (Pseudorandom Noise) 系列を乗積してスペクトラム拡散を行う。

〔ステップE2〕スペクトル拡散後の画像信号を周波数変換 (例えばDCT変換) する。

〔ステップE3〕特定の周波数成分の値を変更することで透かし情報を埋め込む。

〔ステップE4〕逆周波数変換 (例えばIDCT変換) を施す。

〔ステップE5〕スペクトル逆拡散を施す (ステップE1と同じPN系列を乗積する)。

【0006】一方、こうして透かし情報が埋め込まれたデジタル動画像からの透かし情報の検出は、以下の手順により行う。

〔ステップD1〕画像信号にPN (Pseudorandom Noise) 系列 (ステップE1と同じPN系列) を乗積してスペクトル拡散を行う。

〔ステップD2〕スペクトル拡散後の画像信号を周波数変換 (例えばDCT変換) する。

〔ステップD3〕特定の周波数成分の値に着目し、埋め込まれた透かし情報を抽出する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】不正利用の防止を目的として電子透かしを適用する場合、デジタル著作物に対して通常に施されると想定される各種の操作や意図的な攻撃によって、透かし情報が消失したり改竄されたりしないような性質 (ロバスト性) を持つ必要がある。透かし情報を埋め込んだデジタル画像に対して透かし情報を検出できなくする攻撃としては、画像の切り出し、スケーリング (拡大/縮小) 及び回転等が考えられる。

【0008】このような攻撃を受けた画像が入力された場合、従来の技術では、まず、透かし情報の検出時に埋め込み時のステップE1で用いたPN系列を推定する処理を行って、PN系列の同期を回復した後、ステップD1～D3の処理を行って、埋め込まれた透かし情報を抽出する。しかしながら、画像信号だけからPN系列の同期を回復するには、複数の候補で処理を試みて、うまく検出できたものを採用するという探索を行う必要があり、このために演算量や回路規模が増加するという問題がある。

【0009】本発明は、画像の切り出し、スケーリング及び回転等の攻撃に対して、演算量や回路規模の増大を伴うことなく、埋め込んだ透かし情報を検出できる電子透かし埋め込み方法及び装置並びに電子透かし検出方法及び装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明は画像信号に透かし情報を埋め込む電子透か

## 4

し埋め込み方法において、入力される画像信号から特定周波数成分信号を抽出し、位相及び振幅の少なくとも一方の変換量が前記透かし情報によって制御されるように構成された少なくとも一つの変換手段によって前記特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を行い、位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号を前記入力される画像信号に重畳して前記透かし情報が埋め込まれた画像信号を出力する。

【0011】また、本発明は透かし情報が埋め込まれた画像信号から透かし情報を検出する電子透かし検出方法において、入力される画像信号から特定周波数成分信号を抽出し、抽出された特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を少なくとも一つの変換手段によって行い、位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号と前記入力される画像信号との相関演算を行って前記透かし情報を抽出する。

【0012】本発明に係る電子透かし埋め込み装置は、入力される画像信号から特定周波数成分信号を抽出する抽出手段と、抽出された特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を行い、位相及び振幅の少なくとも一方の変換量が前記透かし情報によって制御されるように構成された少なくとも一つの変換手段と、前記変換手段によって位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号を前記入力される画像信号に重畳して前記透かし情報が埋め込まれた画像信号を出力する重畳手段とを有する。

【0013】この電子透かし埋め込み装置において、前記抽出手段と前記重畳手段との間に挿入された前記特定周波数信号の振幅を制限する振幅リミッタをさらに有していてもよい。また、前記抽出手段及び変換手段の少なくとも一方の特性をランダム化情報によってランダム化してもよい。さらに、前記変換手段と前記重畳手段との間に挿入された非線形フィルタをさらに有してもよい。

【0014】本発明に係る電子透かし検出装置は、入力される画像信号から特定周波数成分信号を抽出する抽出手段と、抽出された特定周波数成分信号の位相変換及び振幅変換を行う少なくとも一つの変換手段と、前記変換手段によって位相変換及び振幅変換が行われた特定周波数成分信号と前記入力される画像信号との相関演算を行って前記透かし情報を抽出する相関演算手段とを有する。

【0015】この電子透かし検出装置においては、前記抽出手段と前記相関演算手段との間に挿入された前記特定周波数信号の振幅を制限する振幅リミッタをさらに有していてもよい。また、前記抽出手段及び変換手段の少なくとも一方の特性をランダム化情報によってランダム化してもよい。さらに、前記変換手段と前記相関演算手段との間に挿入された非線形フィルタをさらに有してもよい。

【0016】

5

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【第1の実施形態】

(電子透かし埋め込み装置の基本構成) 図1は、本発明の一実施形態に係る電子透かし埋め込み装置の基本構成を示すブロック図である。電子透かし埋め込み装置には、透かし情報が埋め込みされるべき画像信号(埋め込み対象画像信号という)10として、動画像または静止画のデジタル化された画像信号が入力される。この埋め込み対象画像信号10は輝度信号及び色差信号の両方を含んでいてもよいが、輝度信号のみであってもよい。

【0017】埋め込み対象画像信号10は3分岐され、特定周波数成分抽出部11と特徴量抽出部15及び透かし情報重畳部16に入力される。特定周波数成分抽出部11は、周波数領域のデジタルフィルタ、例えば所定のカットオフ周波数を有するハイパスフィルタ、あるいは所定の通過域中心周波数を有するバンドパスフィルタによって構成され、入力動画像信号10から特定の周波数成分、例えば比較的高い周波数成分を抽出する。以下では、特定周波数成分抽出部11からの出力信号を特定周波数成分信号という。

【0018】特定周波数成分抽出部11から出力される特定周波数成分信号は、位相変換器12及び振幅変換器13によって位相と振幅が変換される。本実施形態では位相変換器12が前段、振幅変換器13が後段にそれぞれ配置されているが、逆に振幅変換器13が前段、位相変換器12が後段にそれぞれ配置されていてもよい。入力画像信号10に埋め込みべきデジタル情報である透かし情報14は、位相変換器12及び振幅変換器13の少なくとも一方に与えられる。

【0019】位相変換器12は、特定周波数成分信号に対して予め定められた固有の位相変換量の位相変換を施すように構成される。具体的には、位相変換器12は単一または複数のデジタル位相シフトによって実現され、位相変換量は位相シフトの位相シフト量となる。図2は位相変換器12による位相シフトの様子を示す図であり、この例では特定周波数成分信号が波形を保って単純に位相シフトされる。位相変換器12に透かし情報14が入力される場合には、位相変換器12の位相変換量(位相シフト量)が透かし情報14に従って制御される。

【0020】振幅変換器13は、入力される特定周波数成分信号に対して、予め定められた固有の振幅変換量の振幅変換を施すように構成される。振幅変換器13は具体的には単一または複数の排他的論理和回路やデジタル乗算器であり、振幅変換量は入力される特定周波数成分信号に乗じる係数となる。振幅変換器13に透かし情報14が入力される場合には、振幅変換器13の振幅変換量(係数)が透かし情報14に従って制御される。

【0021】さらに、本実施形態では特徴量抽出部15

6

により埋め込み対象画像信号10の特徴量、例えば画像の複雑度を表すアクティビティが抽出される。この特徴量の情報は振幅変換器13に入力される。振幅変換器13では、入力された特徴量に応じて特定周波数成分の振幅変換量(係数)が制御される。具体的には、特徴量がアクティビティの場合、アクティビティが大きいほど係数が大きく設定される。なお、特徴抽出部15は必須ではなく、省略してもよい。

【0022】位相変換器12及び振幅変換器13によって位相変換と振幅変換を受けた特定周波数成分信号は、デジタル加算器からなる透かし情報重畳部16によって埋め込み信号として供給され、埋め込み対象画像信号10に重畳される。すなわち、特定周波数成分抽出部11によって抽出された特定周波数成分信号は、位相変換器12及び振幅変換器13によって電子透かし埋め込み装置に固有の位相変換及び振幅変換を受けると共に、位相変換量及び振幅変換量の一方または両方が透かし情報14によって制御されるため、透かし情報重畳部16においては透かし情報14が埋め込み対象画像信号10に埋め込まれることになる。なお、特定周波数成分抽出部11によって抽出され、かつ位相変換器12及び振幅変換器13によって位相及び振幅が変換された特定周波数成分信号は、複数チャネル存在してもよく、その場合は複数チャネルの特定周波数成分信号が透かし情報重畳部16において埋め込み対象画像信号10に重畳される。

【0023】こうして透かし情報が埋め込まれた画像信号(埋め込み済み画像信号という)17は、例えばDVDシステムのようなデジタル画像記録再生装置によって記録媒体に記録されたり、あるいはインターネット、放送衛星、通信衛星等の伝送媒体を介して伝送される。

【0024】(電子透かし検出装置の基本構成) 次に、図3及び図4を用いて図1に示した電子透かし埋め込み装置に対応した電子透かし検出装置の基本構成について説明する。図3の電子透かし検出装置には、図1に示した電子透かし埋め込み装置によって生成された埋め込み済み画像信号17が記録媒体あるいは伝送媒体を介して、入力の埋め込み済み画像信号20として与えられる。この埋め込み済み画像信号20は3分岐され、特定周波数成分抽出部21と特徴量抽出部24及び相関演算器25の一方の入力に与えられる。

【0025】特定周波数成分抽出部21は、図1に示した電子透かし埋め込み装置で用いられている特定周波数成分抽出部11と同じHPFまたはBPFからなり、特定周波数成分抽出部11が埋め込み済み画像信号10から抽出する周波数成分と同じ特定周波数成分を埋め込み済み画像信号20から抽出する。

【0026】特定周波数成分抽出部21から出力される特定周波数成分信号は、位相変換器22及び振幅変換器23によって位相と振幅が変換される。本実施形態では位相変換器22が前段、振幅変換器23が後段にそれぞれ

7

れ配置されているが、逆に振幅変換器23が前段、位相変換器22が後段にそれぞれ配置されていてもよい。

【0027】位相変換器22は、特定周波数成分信号に対して予め定められた固有の位相変換量の位相変換を施すように構成される。具体的には、位相変換器22は後述するようにデジタル位相シフタによって実現され、図1に示した電子透かし埋め込み装置で用いられている位相変換器12が与える位相変換量（位相シフト量）と同じ位相変換量（位相シフト量）が与えられる。

【0028】振幅変換器23では、入力される特定周波数成分信号に対して、特徴量抽出部24で埋め込み済み画像信号20から抽出された特徴量、例えば画像の複雑度を表すアクティビティに応じた係数が乗じられる。

【0029】位相変換器22及び振幅変換器23により位相及び振幅が変換された特定周波数成分信号は、相関演算器25の他方の入力に与えられ、埋め込み済み画像信号20との相関（より詳しくは相互相関）演算が行われ、埋め込まれた透かし情報26が検出される。すなわち、位相シフト量に対する相互相関値の変化を見た場合、位相変換器22の位相変換量に相当する位相シフト量の位置にピークが現れ、このピークの極性が透かし情報を表す。相互相関値のピークは、透かし情報に応じて正または負のいずれかの値をとり、例えば正の場合は透かし情報は“1”、負の場合は透かし情報は“0”と判定される。このようにして、相関演算器25から判定された透かし情報26が出力される。

【0030】図4は、図3の電子透かし検出装置を変形した実施形態であり、埋め込み済み画像信号20がスケールリングを受けた場合に適した構成となっている。埋め込み対象画像信号20がスケールリングを受けていると、特定周波数成分信号の位相シフト量が電子透かし埋め込み装置において特定周波数成分信号に与えられた位相シフト量と異なった値になる。

【0031】そこで、本実施形態においては位相シフト量情報27に従って位相変換器22の位相シフト量が連続的あるいは段階的に制御される。これに伴い、相関演算器25の出力側に配置された透かし情報推定器28によって、図5に示されるように相関演算器23から出力される相互相関値のピークが探索され、探索されたピークの極性から透かし情報が推定される。この例では相互相関値は正であるため、透かし情報は“1”と推定（判定）される。

【0032】図1の電子透かし埋め込み装置において、後述するように位相変換器12として位相シフト量の異なる複数の位相シフタが用いられ、振幅変換器13もそれぞれの位相シフタに対応して複数の振幅変換要素が用意されているとする。このような場合、図3あるいは図4の位相変換器22を複数の位相シフタで構成してもよいが、位相シフト量が可変の単一の位相シフタにより構成し、その位相シフト量を図4に示すように位相シフト

8

量情報に従って変化させながら、相関演算器25から出力される相互相関値のピークを透かし情報推定器28によって探索してもよい。この場合、例えば図6に示すように透かし情報が埋め込まれたときの位相シフタの位相シフト量に対応してピークを検出し、各々の透かし情報を推定することができる。

【0033】（電子透かし検出装置の具体的構成例その1）図7は、本発明に係る電子透かし埋め込み装置のより具体的な実施形態を示している。電子透かし埋め込み装置の基本構成を示した図1との対応関係を説明すると、ハイパスフィルタ（HPF）31は特定周波数成分抽出部11に、 $n$ 個の位相シフタ（PS）32-1～32- $n$ は位相変換器12に、 $n$ 個の排他的論理和回路（EXOR）33-1～33- $n$ 及び乗算器（MPY）34-1～34- $n$ は振幅変換器13に、アクティビティ計算回路35は特徴量抽出部15に、デジタル加算器36は透かし情報重畳部16にそれぞれ相当する。

【0034】ハイパスフィルタ31から出力される特定周波数成分信号は、位相シフタ32-1～32- $n$ により予め定められた異なるシフト量の位相シフトを受けた後、排他的論理和回路33-1～33- $n$ の各々の一方の入力に与えられる。排他的論理和回路33-1～33- $n$ の各々の他方の入力には、 $n$ ビットの透かし情報14（CCI）の各ビットが与えられる。排他的論理和回路33-1～33- $n$ の出力は、乗算器34-1～34- $n$ によりアクティビティ計算回路35で求められたアクティビティと乗算される。

【0035】乗算器34-1～34- $n$ の出力である埋め込み信号が加算器36によって埋め込み対象画像信号10と加算されることにより、埋め込み対象画像信号10に透かし情報14が埋め込まれ、埋め込み済み画像信号17が生成される。

【0036】（電子透かし検出装置の具体的構成例その2）図8は、図7を変形した電子透かし埋め込み装置であり、図7の排他的論理和回路33-1～33- $n$ 及び乗算器34-1～34- $n$ に代えて、3入力の乗算器（MPY）37-1～37- $n$ が用いられている。乗算器37-1～37- $n$ の第1入力には位相シフタ32-1～32- $n$ からの位相シフトされた特定周波数成分信号がそれぞれ与えられ、第2入力には $n$ ビットの透かし情報14（CCI）の各ビットがそれぞれ与えられ、第3入力にはアクティビティ計算回路35で求められたアクティビティが共通に与えられる。このような構成によっても、図7に示した電子透かし埋め込み装置と同等の機能が得られる。

【0037】（電子透かし検出装置の具体的構成例）図9は、本発明に係る電子透かし検出装置のより具体的な実施形態を示しており、図7の電子透かし埋め込み装置に対応している。電子透かし検出装置の基本構成を示した図4との対応関係を説明すると、ハイパスフィルタ



(HPF) 41は特定周波数成分抽出部21に、 $n$ 個の位相シフタ(PS) 42-1~42- $n$ は位相変換器22に、 $n$ 個の第1乗算器(MPY) 43-1~43- $n$ は振幅変換器23に、アクティビティ計算回路44は特徴量抽出部24に、 $n$ 個の第2乗算器(MPY) 45-1~45- $n$ 及び累積加算器46-1~46- $n$ は相関演算器25に、CCI推定器47は透かし情報推定器27にそれぞれ相当する。

【0038】ハイパスフィルタ41から出力される特定周波数成分信号は、位相シフタ42-1~42- $n$ により図7の位相シフタ32-1~32- $n$ のシフト量と同じ所定シフト量の位相シフトを受けた後、第1乗算器43-1~43- $n$ によってアクティビティ計算回路44で求められたアクティビティと乗算される。

【0039】第1乗算器43-1~43- $n$ からの出力信号は、第2乗算器45-1~45- $n$ によって埋め込み済み画像信号20と乗算され、乗算器45-1~45- $n$ の出力信号は累積加算器46-1~46- $n$ によって累積加算された後、CCI推定器47に入力され、透かし情報26(CCI)の各ビットが生成される。

【0040】(電子透かし埋め込み/検出装置の動作例1)次に、図7または図8の電子透かし埋め込み装置において2ビットの透かし情報を埋め込み、図9の電子透かし検出装置でそれを検出する場合の具体的な動作例について、図10~図12を用いて説明する。図7または図8の電子透かし埋め込み装置において、図10(a)の埋め込み対象画像信号10から、ハイパスフィルタ31によって図10(b)の特定周波数成分信号が抽出され、この特定周波数成分信号が二つの位相シフタ32-1、32-2によって予め定められた所定のシフト量だけ位相シフトされる。これらの位相シフト信号に対して、透かし情報14(CCI)の第0ビット、第1ビットを表現するファクタが図7の排他的論理和回路33-1、33-2または図8の乗算器37-1、37-2によってそれぞれ乗じられる。例えば、透かし情報14が“0”であれば-1が乗じられ、“1”であれば+1が乗じられる。図10(c)(d)に、透かし情報が

(1, 1)の場合の排他的論理和回路33-1、33-2または乗算器37-1、37-2から出力される位相シフト信号を示す。

【0041】さらに、位相シフト信号に対して必要に応じてアクティビティ計算回路35により求められたアクティビティが乗算器34-1、34-2によって乗じられた後、加算器36で埋め込み対象画像信号10に加算されることにより、図10(e)の埋め込み済み画像信号17が生成される。図10(e)においては、実線が埋め込み済み画像信号17を示しており、破線で示す図10(a)の埋め込み対象画像信号及び図10(c)(d)の位相シフト信号を加算合成した波形となっている。

【0042】一方、図10のように透かし情報が埋め込まれた埋め込み済み画像信号から図9の電子透かし検出装置において透かし情報を検出する場合には、まず図11(a)の埋め込み済み画像信号20(図10(e)の埋め込み済み画像信号17に対応する)から、ハイパスフィルタ41によって図11(b)の特定周波数成分信号が抽出される。埋め込み済み画像信号20に対してスケーリングが行われていない場合、位相シフタ42-1、42-2により図11(b)(c)のように図7の位相シフタ32-1、32-2のシフト量と同じ所定のシフト量だけ位相シフトされる。

【0043】次に、図11(b)(c)の位相シフト信号に対して必要に応じて第1乗算器44-1、44-2によりアクティビティが乗じられた後、図11(a)の埋め込み済み画像信号20が第2乗算器45-1、45-2によって乗じられ、さらに累積加算器46-1、46-2によって累積加算されることにより、両者の相互相関値がそれぞれ求められ、その相互相関値のピークから透かし情報が判定される。例えば、相互相関値のピークが正であれば、透かし情報は+1(“1”)、相互相関値のピークが負であれば、透かし情報は-1(“0”)と判定される。

【0044】一方、埋め込み済み画像信号20に対してスケーリングが行われている場合に対応するために、図4で説明したように位相シフタ42-1、42-2の位相シフト量が制御されることによって、位相シフト量が探索される。すなわち、位相シフト量の制御に伴いCCI推定器47によって相互相関値のピークが探索され、そのピーク位置から透かし情報26が推定される。

【0045】例えば、埋め込み情報14(CCI)が(1, 1)の場合、図12のように相互相関値の正のピークが原点(位相シフト量が零の点)以外に2箇所存在することにより、透かし情報が判定される。また、透かし情報14(CCI)が(1, -1)の場合、図13のように相互相関値の正のピークが原点の近いところに存在し、負のピークが原点から正のピークより遠いところに存在することにより、透かし情報が判定される。

【0046】(電子透かし埋め込み/検出装置の動作例2)次に、図7または図8の電子透かし埋め込み装置及び図9の電子透かし検出装置の他の動作例について、図14~図18を用いて説明する。これは電子透かし埋め込み装置において、ライン毎/複数ライン毎/フィールド毎/複数フィールド毎/フレーム毎/複数フレーム毎のいずれか、あるいはこれらの適宜の組み合わせで位相シフト信号の極性を反転する方式であり、以下の説明では透かし情報が2ビットの場合について述べる。

【0047】まず、埋め込み対象画像信号10の $N$ ( $N=1, 2, \dots$ )ライン目に対しては、電子透かし埋め込み装置によって図14に示すような処理が行われる。埋め込み対象画像信号10の図14(a)に示す $N$ ライン

目の信号からハイパスフィルタ31によって抽出された特定周波数成分信号が二つの位相シフタ32-1、32-2によって予め定められた所定のシフト量だけ位相シフトされ、これらの位相シフト信号に対して透かし情報14(CCI)の第0ビット、第1ビットを表現するファクタが図7の排他的論理和回路33-1、33-2または図8の乗算器37-1、37-2によってそれぞれ乗じられる。例えば、透かし情報14が“0”であれば-1が乗じられ、“1”であれば+1が乗じられる。図14(b)、(c)に、透かし情報が(1, 1)の場合の排他的論理和回路33-1、33-2または乗算器37-1、37-2から出力される位相シフト信号を示す。

【0048】さらに、位相シフト信号に対して必要に応じてアクティビティ計算回路35により求められたアクティビティが乗算器34-1、34-2または乗算器37-1、37-2によって乗じられた後、加算器36で埋め込み対象画像信号10に加算されることにより、図14(d)に破線で示す図14(a)の埋め込み対象画像信号及び図14(b)、(c)の位相シフト信号が加算合成された、実線で示す波形の埋め込み済み画像信号17が生成される。

【0049】次に、埋め込み対象画像信号10のN+1ライン目に対しては、電子透かし埋め込み装置によって図15に示すような処理が行われる。まず、埋め込み対象画像信号10の図15(a)に示すN+1ライン目の信号からハイパスフィルタ31によって抽出された特定周波数成分信号が二つの位相シフタ32-1、32-2によって予め定められた所定のシフト量だけ位相シフトされ、これらの位相シフト信号に対して透かし情報14(CCI)の第0ビット、第1ビットを表現するファクタが図7の排他的論理和回路33-1、33-2または図8の乗算器37-1、37-2によってそれぞれ乗じられる。

【0050】この場合は、Nライン目の信号に対する場合とは逆に、例えば透かし情報14が“0”であれば+1が乗じられ、“1”であれば-1が乗じられる。従って、透かし情報が(1, 1)の場合の排他的論理和回路33-1、33-2または乗算器37-1、37-2から出力される位相シフト信号は、図14(b)、(c)と異なり、図15(b)、(c)に示すように共に極性が反転される。

【0051】さらに、位相シフト信号に対して必要に応じてアクティビティ計算回路35により求められたアクティビティが乗算器34-1、34-2または乗算器37-1、37-2によって乗じられた後、加算器36で埋め込み対象画像信号10に加算されることにより、図15(d)に破線で示す図15(a)の埋め込み対象画像信号及び図15(b)、(c)の位相シフト信号が加算合成された、実線で示す波形の埋め込み済み画像信号17が生成される。

【0052】上述の説明では、埋め込み対象画像信号のNライン目とN+1ライン目で、すなわちライン毎に位相シフト信号の極性を反転させたが、複数ライン毎、フィールド毎、複数フィールド毎、フレーム毎、複数フレーム毎に位相シフト信号の極性を反転するようにしてもよい。

【0053】一方、図9の電子透かし検出装置においては、ライン毎/複数ライン毎/フィールド毎/複数フィールド毎/フレーム毎/複数フレーム毎のいずれか、あるいはこれらの適宜の組み合わせによる位相シフト信号の極性反転に対応して、累積加算時に適宜極性を反転させる。

【0054】例えば、図14及び図15で説明したようにライン毎に位相シフト信号の極性反転が行われた場合、埋め込み済み画像信号20のNライン目に対する相互相関値は、位相シフト量に対して図16に示すように正のピークが現れるが、埋め込み済み画像信号20のN+1ライン目に対する相互相関値は、位相シフト量に対して図17に示すように負のピークが現れる。

【0055】そこで、乗算器45-1、46-2から出力される相互相関値をライン毎に極性反転して累積加算器46-1、46-1で累積加算する。この場合は、累積加算後の相互相関値が図18に示すように正のピークが連続して現れることによって、透かし情報は(1, 1)と判定される。

【0056】このように透かし情報の埋め込みの際に位相シフト信号の極性反転を組み合わせ、透かし情報の検出の際にはこれに対応して相互相関値を極性反転して累積加算することによって、画像上で透かし情報を目立たないようにしつつ、透かし情報の改竄をより効果的に防止することができる。

【0057】(電子透かし埋め込み/検出装置の動作例3) 次に、図7または図8の電子透かし埋め込み装置及び図9の電子透かし検出装置の別の動作例について、図19～図21を用いて説明する。これは電子透かし埋め込み装置において、位相シフト量をライン毎に左右反転する方式であり、以下の説明では透かし情報が2ビットの場合について述べる。

【0058】まず、埋め込み対象画像信号10のN(N=1, 2, ...)ライン目に対しては、電子透かし埋め込み装置によって図19に示すような処理が行われる。埋め込み対象画像信号10の図19(a)に示すNライン目の信号からハイパスフィルタ31によって抽出された特定周波数成分信号が二つの位相シフタ32-1、32-2によって右側に、すなわち位相が進む方向に所定のシフト量だけ位相シフトされる。これらの位相シフト信号に対して先と同様に透かし情報14(CCI)の第0ビット、第1ビットを表現するファクタが図7の排他的論理和回路33-1、33-2または図8の乗算器37-1、37-2によってそれぞれ乗じられる。図19



13

(b) (c) は、透かし情報が (1, 1) の場合の排他的論理和回路 33-1, 33-2 または乗算器 37-1, 37-2 から出力される位相シフト信号を示す。

【0059】さらに、位相シフト信号に対して必要に応じてアクティビティ計算回路 35 により求められたアクティビティが乗算器 34-1, 34-2 または乗算器 37-1, 37-2 によって乗じられた後、加算器 36 で埋め込み対象画像信号 10 に加算されることにより、図 19 (d) に破線で示す図 19 (a) の埋め込み対象画像信号及び図 19 (b) (c) の位相シフト信号を加算合成した、実線で示す波形の埋め込み済み画像信号 17 が生成される。

【0060】一方、埋め込み対象画像信号 10 の N+1 ライン目に対しては、電子透かし埋め込み装置によって図 20 に示すような処理が行われる。埋め込み対象画像信号 10 の図 20 (a) に示す N+1 ライン目の信号からハイパスフィルタ 31 によって抽出された特定周波数成分信号が二つの位相シフタ 32-1, 32-2 によって左側に、すなわち位相が遅れる方向に所定のシフト量だけ位相シフトされる。これらの位相シフト信号に対して先と同様に透かし情報 14 (CCI) の第 0 ビット、第 1 ビットを表現するファクタが図 7 の排他的論理和回路 33-1, 33-2 または図 8 の乗算器 37-1, 37-2 によってそれぞれ乗じられる。図 20 (b)

(c) は、透かし情報が (1, 1) の場合の排他的論理和回路 33-1, 33-2 または乗算器 37-1, 37-2 から出力される位相シフト信号を示す。

【0061】さらに、位相シフト信号に対して必要に応じてアクティビティ計算回路 35 により求められたアクティビティが乗算器 34-1, 34-2 または乗算器 37-1, 37-2 によって乗じられた後、加算器 36 で埋め込み対象画像信号 10 に加算されることにより、図 20 (d) に破線で示す図 20 (a) の埋め込み対象画像信号及び図 20 (b) (c) の位相シフト信号を加算合成した、実線で示す波形の埋め込み済み画像信号 17 が生成される。

【0062】一方、図 9 の電子透かし検出装置においては、単純にライン毎に相互相関値の累積加算を行い、ピークを探索して透かし情報を検出する。但し、動作例 2 で説明したようにライン毎/複数ライン毎/フィールド毎/複数フィールド毎/フレーム毎/複数フレーム毎のいずれか、あるいはこれらの適宜の組み合わせによる位相シフト信号の極性反転を行っている場合は、累積加算単位毎に極性反転を併せて行う。

【0063】図 21 は、この場合のライン毎の累積加算後の相互相関値を示している。位相シフト量の探索時に、位相シフト量を正方向に振って探索した場合と、負方向に振って探索した場合で、ほぼ同じ形状、すなわち中心に対して線対称の相互相関値が得られる。このような相互相関値の性質を利用して、探索時には片方向 (例

14

えば、右方向) のみの探索を行うことによって、透かし情報を検出することができる。

【0064】(電子透かし埋め込み/検出装置の動作例 4) 次に、図 7 または図 8 の電子透かし埋め込み装置及び図 9 の電子透かし検出装置のさらに他の動作例について、図 22 ~ 図 25 を用いて説明する。以下説明する例は、透かし情報の埋め込み時にキャリブレーション信号を併せて埋め込み、それを透かし情報の検出に利用する方法である。以下に、具体的な動作例を挙げる。

【0065】(1) 電子透かし埋め込み装置において、N ビットの透かし情報を埋め込む場合、N+1 ビットの位相シフト信号を生成し、透かし情報の目込みの使用する N ビット以外の 1 ビットについてはキャリブレーション信号として、それを必ず +1 (または -1) のレベルとなるように埋め込む。このキャリブレーション信号は、透かし情報の検出時の基準となる信号である。

【0066】一方、電子透かし検出装置においては、各位置の相互相関値とキャリブレーション信号に対応する相互相関値との相対関係が既知であることを利用して、この相対関係により透かし情報を検出する。例えば、キャリブレーション信号を +1 (または -1) のレベルで埋め込んだことを仮定した場合、図 22 に示すようにキャリブレーション信号に相当する位置の相互相関値と他の埋め込み位置の相互相関値が同極性の場合は +1 (または -1) とし、異極性の場合は -1 (または +1) とする。

【0067】(2) 電子透かし埋め込み装置において、キャリブレーション信号を位相シフト量が最小または最大の位置に埋め込んでもよい。その場合、電子透かし検出装置では位相シフト量が最小または最大であるキャリブレーション信号を検出して、そのキャリブレーション信号との相対関係で埋め込まれた透かし情報を判定する。

【0068】(3) 電子透かし埋め込み装置において、キャリブレーション信号を位相シフト量が最小 (または最大) の位置に所定の値 (例えば、+1 または -1) とし埋め込むと共に、複数の位相シフト量を等間隔に設定し、各位相シフト位置にそれぞれ (+1, 0, -1) の 3 値の情報を埋め込む。

【0069】具体的には、例えば 3 値情報が {+1} の場合は正の乗数を乗じた位相シフト信号を埋め込み対象画像信号 10 に加算し、{-1} の場合は負の乗数を乗じた位相シフト信号を埋め込み対象画像信号 10 に加算し、{0} の場合は埋め込み対象画像信号 10 に何も加算しないようにする。

【0070】一方、電子透かし検出装置においては、キャリブレーション信号から推定される、透かし情報の位相シフト位置における相互相関値を求める。図 23 に示すように、この相互相関値が 0 近傍の場合は、3 値情報を {0} と判定し、0 近傍でない場合は、キャリブレーション

ション信号の相互相関値との相対関係により3値情報の{+1, -1}を判定する。以下に、(3)の応用例を示す。

【0071】(3-1)電子透かし埋め込み装置において、図24に示すように透かし情報として予め2進数を3進数表現にエンコードしておき、これらを上述のように3値情報として埋め込む。電子透かし検出装置においては、3値情報として検出された3進数をデコードとして、元の2進数の透かし情報を検出する。

【0072】(3-2)上記と同様に電子透かし埋め込み装置において、透かし情報として予め2進数を3進数表現にエンコードしておき、これらを上述のように3値情報として埋め込むが、図25に示すように埋め込み情報が全て0となる組み合わせは用いない(forbidden)。電子透かし検出装置においては、3値情報として検出された3進数をデコードとして、元の2進数の透かし情報を検出する。

【0073】(3-3)CCIのキャリーに3値を用いる。

【0074】(3-4)Copy Free(複製可)を+1、Copy Once(一回のみ複製可)を0、そしてNever Copy(複製不可)を-1として透かし情報の埋め込み及び検出を行う。この場合、透かし情報のRemark(リマーク)時は0のところ-1を埋め込むことになるので、キャンセルする手間を省くことができる。

【0075】(電子透かし埋め込み/検出装置の動作例5)次に、図7または図8の電子透かし埋め込み装置及び図9の電子透かし検出装置の別の動作例について説明すると、電子透かし埋め込み装置において複数の位相シフト量を任意の間隔とするが、それぞれの相対関係は崩さないようにする。この場合、電子透かし検出装置では、図26に示すように相互相関値のピークを数え、例えば最も原点に近い最内側をビット0、次に外側をビット1、...のように判定する。

【0076】(電子透かし埋め込み/検出装置の動作例6)次に、図7または図8の電子透かし埋め込み装置及び図9の電子透かし検出装置の別の動作例について図27を用いて説明する。電子透かし埋め込み装置において透かし情報が埋め込まれた既存の埋め込み位置の最も外側を求め、その外側にRemark用の情報を追記する。

【0077】一方、電子透かし検出装置においては相互相関値のピークをなくなるまで探索し、最も外側に埋め込まれた情報からRemark後の情報を判定する。

【0078】(電子透かし埋め込み/検出装置の動作例7)次に、図1の電子透かし埋め込み装置において、透かし情報14を用いて位相変換器12を制御する場合の電子透かし埋め込み装置及び図3または図4の電子透かし検出装置の動作について説明する。

【0079】位相変換器12は、例えば位相シフト量の異なる4個の位相シフトとこれらの位相シフトを選択す

るスイッチにより構成され、これらの位相シフトに特定周波数成分抽出部11からの特定周波数成分信号が並列に入力されるものとする。4個の位相シフトの位相シフト量を $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ とすると、例えば透かし情報14の第0ビットは $\theta 1$ と $\theta 2$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号の重畳の有無で表され、透かし情報14の第1ビットは $\theta 3$ と $\theta 4$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号の重畳の有無で表される。具体的には、例えば以下の(a-1)(a-2)の組み合わせか、(b-1)(b-2)の組み合わせに従って、特定周波数成分信号を埋め込み対象画像信号10に重畳する。

【0080】(a-1)第0ビット="1"なら $\theta 1$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号のみを重畳し、 $\theta 2$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号については重畳しない。

(a-2)第1ビット="1"なら $\theta 3$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号のみを重畳し、 $\theta 4$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号については重畳しない。

【0081】(b-1)第0ビット="1"なら $\theta 1$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号のみを重畳し、 $\theta 2$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号については重畳しない。

(b-2)第1ビット="1"なら $\theta 4$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号のみを重畳し、 $\theta 3$ の位相シフトを受けた特定周波数成分信号については重畳しない。

【0082】一方、図3に示す電子透かし検出装置では、入力された埋め込み済み画像信号20に対するスケーリングを考慮しない場合、位相変換器22を構成する4個の位相シフトの位相シフト量を電子透かし埋め込み装置における位相変換器12の位相シフトの位相シフト量 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ と同様に設定し、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ における相互相関値から透かし情報を判定する。

【0083】図28は透かし情報が(1, 1)の場合の相互相関値を示し、図29は透かし情報が(1, -1)の場合の相互相関値を示している。位相シフト量 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ での相互相関値から、透かし情報を判定することができる。

【0084】埋め込み済み画像信号20に対するスケーリングを考慮する場合には、前述と同様に位相シフト量を変化させて電子透かし埋め込み装置で与えられた位相シフト量を探索し、相互相関値を判定すればよい。

【0085】[第2の実施形態]次に、図30~図33を用いて本発明の他の実施形態について説明する。本実施形態は、電子透かし埋め込み装置及び電子透かし検出装置に振幅リミッタを挿入して、埋め込み対象画像信号10に重畳する信号の振幅を制限することによって、透

17

かし情報を埋め込み対象画像信号 10 の低レベルから高レベルの広いレベル範囲にわたって万遍なく埋め込むことで、画質劣化をより効果的に防止することを可能にしている。

【0086】図 30 に示す電子透かし埋め込み装置では、特定周波数成分抽出部 11 と位相及び振幅の変換部（この例では位相変換器 12）との間に振幅リミッタ 18 が挿入されている。図 31 に示す電子透かし検出装置では、図 30 に対応して特定周波数成分抽出部 21 と変換部（この例では位相変換器 22）との間に振幅リミッタ 28 が挿入されている。

【0087】図 32 に示す電子透かし埋め込み装置では、位相及び振幅の変換部（この例では振幅変換器 13）と透かし情報重畳部 16 との間に振幅リミッタ 18 が挿入されている。図 33 に示す電子透かし検出装置では、図 32 に対応して位相及び振幅の変換部（この例では振幅変換器 23）と相関演算器 25 との間に振幅リミッタ 28 が挿入されている。

【0088】[第 3 の実施形態] 次に、図 34～図 42 を用いて本発明のさらに別の実施形態を説明する。本実施形態は、ランダム化情報に依存した透かし情報の埋め込み及び検出を行うことによって、ランダム化情報を知らなければ透かし情報を検出できないようにすることで、より攻撃に強い電子透かし技術を提供する。

【0089】ランダム化情報は、電子透かし埋め込み装置や検出装置の内部で発生されるようにしてもよいし、安全性が保たされるならば装置外部から入力されてもよい。ランダム化情報は一定であってもよいし、電子透かし埋め込み処理や検出処理の途中で随時変更されてもよい。例えば、画像信号の同一ライン中で左半分（1 水平走査期間の前半）と右半分（1 水平走査期間の後半）とで異なるランダム化情報を用いたり、ライン毎に異なるランダム化情報を用いるなどの変更を行ってもよい。

【0090】図 34 に示す電子透かし埋め込み装置では、特定周波数成分抽出部 11 を構成するフィルタがパラメータによって異なる特性を持つ場合に、そのパラメータを秘密のランダム化情報 19 によって与える例である。

【0091】図 35 に示す電子透かし検出装置では、図 34 に対応して特定周波数成分抽出部 21 を構成するフィルタのパラメータをランダム化情報 39 によって与えている。ランダム化情報 29 は、図 34 の電子透かし埋め込み装置で用いたランダム化情報 19 と同じであり、このランダム化情報 29 を装置内部で生成あるいは装置外部から与えられる電子透かし検出装置のみで正しく透かし情報 26 を検出することができる。

【0092】図 36 及び図 37 は、図 34 及び図 35 における特定周波数成分抽出部 11、21 に用いられるフィルタの例であり、埋め込み対象画像信号（原信号）の連続する画素値  $\{\dots p(h-1), p(h), p(h+$

18

1),  $\dots\}$  に対して係数を乗じ、それらの乗算結果の和をとってフィルタ出力とする。係数は、ある範囲内でランダム化することが可能であるので、これらの係数をランダム化情報 19 とする。

【0093】図 38 に示す電子透かし埋め込み装置では、位相変換器 12 を構成する位相シフトの位相シフト量をランダム化情報 19 に従ってランダム化することで、自己相関値のピークの形をなまらせ、ピークを見にくくする。この場合、ランダム化された位相シフト量を頻繁に変化させることが望ましい。例えば、画面の左半分と右半分で位相シフト量を異なる値に設定する。画面を垂直方向に延びた複数の短冊状の領域に分割し、領域毎に位相シフト量を異なる値に設定してもよい。

【0094】図 39 に示す電子透かし検出装置では、図 38 の電子透かし埋め込み装置に対応して、位相変換部 22 を構成する位相シフトの位相シフト量をランダム化情報 29 に従ってランダム化している。ランダム化情報 29 は、図 38 の電子透かし埋め込み装置で用いたランダム化情報 19 と同じであり、このランダム化情報 29 を装置内部で生成あるいは装置外部から与えられる電子透かし検出装置のみで正しく透かし情報 26 を検出することができる。

【0095】図 40 は、図 38 及び図 39 の位相変換器 11、21 に用いられる位相シフト量が可変の位相シフトの例であり、複数の位相シフト素子を直列接続し、各タップ（位相シフト素子の入出力）からの信号をランダム化情報に従ってセレクタで選択する構成となっている。

【0096】図 41 に示す電子透かし埋め込み装置では、位相及び振幅の変換部（この例では振幅変換器 13）と透かし情報重畳部 16 との間に振幅変調器 51 を挿入し、埋め込み信号をランダム化情報 19 に従って振幅変調している。

【0097】図 42 に示す電子透かし検出装置では、図 41 の電子透かし埋め込み装置に対応して位相及び振幅の変換部（この例では振幅変換器 23）と相関演算器 25 との間に振幅変調器 61 を挿入し、埋め込み信号をランダム化情報 29 に従って振幅変調している。ランダム化情報 29 は、図 41 の電子透かし埋め込み装置で用いたランダム化情報 19 と同じであり、このランダム化情報 29 を装置内部で生成あるいは装置外部から与えられる電子透かし検出装置のみで正しく透かし情報 26 を検出することができる。

【0098】図 43 に示す電子透かし埋め込み装置では、位相及び振幅の変換部（この例では振幅変換器 13）と透かし情報重畳部 16 との間に非線形フィルタ 52 を挿入することによって、埋め込み信号と埋め込み対象画像信号 10 との相関を小さくすることで、自己相関値にピークが現れなくしている。

【0099】図 44 に示す電子透かし検出装置では、図

43の電子透かし埋め込み装置に対応して位相及び振幅の変換部(この例では振幅変換器23)と関連演算器25との間に図43の電子透かし埋め込み装置用いられた非線形フィルタ52の逆特性の非線形フィルタ62を挿入している。

【0100】非線形フィルタ52としては、三角関数や高次式による振幅変調を利用したフィルタを用いることができる。例えば、入力信号を $x$ としたとき、 $\sin(x)$ や、 $x^2$ などを出力する非線形フィルタである。

図45に、非線形フィルタ52の具体例を示す。

【0101】図45(a)は、乗算器の二つの入力に同一の入力信号を与えることにより、入力信号を $x$ としたとき $x^2$ を出力する2乗器である。2乗によって桁溢れした部分は、切り捨てる。図45(b)は、複雑な非線形変換も表現できるように、入力値と出力値の関係を表形式で実装した非線形フィルタである。例えば、この非線形変換表を $\sin$ 表とすることにより、入力信号 $x$ に対して $\sin(ax)$ を出力する非線形フィルタを実現できる。

【0102】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば画像の切り出し、スケーリング及び回転等の攻撃に対して、演算量や回路規模の増大を伴うことなく、埋め込んだ透かし情報を検出できる電子透かし埋め込み方法及び装置並びに電子透かし検出方法及び装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る電子透かし埋め込み装置の基本構成を示すブロック図

【図2】同実施形態における位相変換器による特定周波数成分信号の位相シフトについて説明する図

【図3】同実施形態に係る電子透かし検出装置の基本構成を示すブロック図

【図4】同実施形態に係る電子透かし検出装置の他の基本構成を示すブロック図

【図5】同実施形態に係る電子透かし検出装置における相互相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作例を示す図

【図6】同実施形態に係る電子透かし検出装置における相互相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作例を示す図

【図7】同実施形態に係る電子透かし埋め込み装置のより具体的な構成例を示すブロック図

【図8】同実施形態に係る電子透かし埋め込み装置のより具体的な他の構成例を示すブロック図

【図9】同実施形態に係る電子透かし検出装置のより具体的な構成例を示すブロック図

【図10】図7または図8の電子透かし埋め込み装置の動作を示す各部の波形図

【図11】図9の電子透かし検出装置の動作を示す各部

の波形図

【図12】図9の電子透かし検出装置における透かし情報が(1, 1)の場合の相互相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作を示す図

【図13】図9の電子透かし検出装置における透かし情報が(1, 1)の場合の相互相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作を示す図

【図14】図7または図8の電子透かし埋め込み装置のNライン目の画像信号に対する処理を示す各部の波形図

【図15】図7または図8の電子透かし埋め込み装置のN+1ライン目の画像信号に対する処理を示す各部の波形図

【図16】図14の処理により得られた埋め込み済み画像信号に対する図9の電子透かし検出装置における相互相関値について説明する図

【図17】図15の処理により得られた埋め込み済み画像信号に対する図9の電子透かし検出装置における相互相関値について説明する図

【図18】図15の処理により得られた埋め込み済み画像信号に対する図9の電子透かし検出装置における透かし情報検出動作を示す図

【図19】図7または図8の電子透かし埋め込み装置のNライン目の画像信号に対する他の処理を示す各部の波形図

【図20】図7または図8の電子透かし埋め込み装置のN+1ライン目の画像信号に対する他の処理を示す各部の波形図

【図21】図19及び図20の処理により得られた埋め込み済み画像信号に対する図9の電子透かし検出装置における相互相関値について説明する図

【図22】図7または図8の電子透かし埋め込み装置においてキャリブレーション信号を透かし情報と併せて埋め込んだ場合の図9の電子透かし検出装置における相互相関値と透かし情報検出動作を示す図

【図23】図7または図8の電子透かし埋め込み装置においてキャリブレーション信号を透かし情報と併せて埋め込んだ場合の図9の電子透かし検出装置における相互相関値と透かし情報検出動作の他の例を示す図

【図24】図7または図8の電子透かし埋め込み装置において透かし情報である2進数を3進数表現にエンコードするテーブルを示す図

【図25】図7または図8の電子透かし埋め込み装置において透かし情報である2進数を3進数表現にエンコードする他のテーブルを示す図

【図26】図7または図8の電子透かし埋め込み装置において複数の位相シフト量を相対関係を保って任意間隔とした場合の図9の電子透かし検出装置における透かし情報検出動作を示す図

【図27】図7または図8の電子透かし埋め込み装置においてリマーク用の情報を追記した場合の図9の電子透

## 21

かし検出装置における透かし情報検出動作を示す図

【図 28】図 1 の電子透かし埋め込み装置において 4 個の位相シフタによる固定の位相シフトを受けた特定周波数成分信号の重畳の有無で透かし情報 (1, 1) を埋め込んだ場合の図 3 の電子透かし検出装置における透かし情報検出動作を示す図

【図 29】図 1 の電子透かし埋め込み装置において 4 個の位相シフタによる固定の位相シフトを受けた特定周波数成分信号の重畳の有無で透かし情報 (1, -1) を埋め込んだ場合の図 3 の電子透かし検出装置における透かし情報検出動作を示す図

【図 30】本発明の実施形態に係る振幅リミッタを用いた電子透かし埋め込み装置の基本構成を示すブロック図

【図 31】同実施形態に係る振幅リミッタを用いた電子透かし検出装置の基本構成を示す図

【図 32】本発明の実施形態に係る振幅リミッタを用いた電子透かし埋め込み装置の基本構成を示すブロック図

【図 33】同実施形態に係る振幅リミッタを用いた電子透かし検出装置の基本構成を示す図

【図 34】本発明の実施形態に係るランダム化情報を用いた電子透かし埋め込み装置の基本構成を示すブロック図

【図 35】同実施形態に係るランダム化情報を用いた電子透かし検出装置の基本構成を示すブロック図

【図 36】図 34 及び図 35 における特定周波数成分抽出部の具体的構成例を示す図

【図 37】図 34 及び図 35 における特定周波数成分抽出部の他の具体的構成例を示す図

【図 38】本発明の実施形態に係るランダム化情報を用いた電子透かし埋め込み装置の基本構成を示すブロック図

【図 39】同実施形態に係るランダム化情報を用いた電子透かし検出装置の基本構成を示すブロック図

【図 40】図 38 及び図 39 における位相変換部の具体的構成例を示す図

【図 41】本発明の実施形態に係るランダム化情報を用いた電子透かし埋め込み装置の基本構成を示すブロック図

【図 42】同実施形態に係るランダム化情報を用いた電子透かし検出装置の基本構成を示すブロック図

【図 43】本発明の実施形態に係るランダム化情報を用いた電子透かし埋め込み装置の基本構成を示すブロック図

## 22

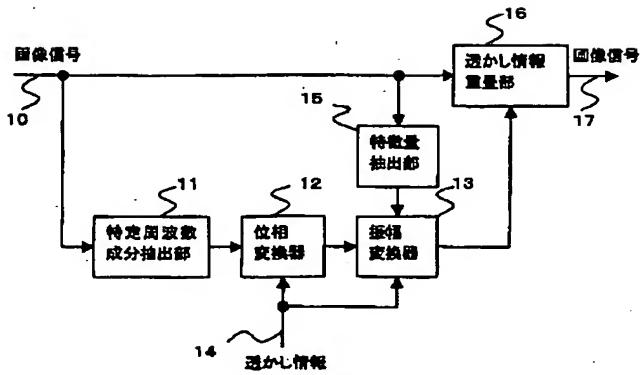
【図 44】同実施形態に係るランダム化情報を用いた電子透かし検出装置の基本構成を示すブロック図

【図 45】図 43 及び図 44 における非線形フィルタの具体的構成例を示すブロック図

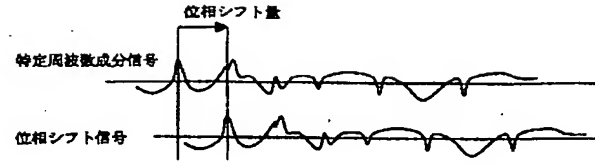
【符号の説明】

- 10…埋め込み対象画像信号
- 11…特定周波数成分抽出部
- 12…位相変換器
- 13…振幅変換器
- 14…透かし情報
- 15…特徴量抽出部
- 16…透かし情報重畳部
- 17…埋め込み済み画像信号
- 18…振幅リミッタ
- 19…ランダム化情報
- 20…埋め込み済み画像信号
- 21…特定周波数成分抽出部
- 22…位相変換器
- 23…振幅変換器
- 24…特徴量抽出部
- 25…相関演算器
- 26…透かし情報
- 27…透かし情報推定器
- 28…振幅リミッタ
- 29…ランダム化情報
- 31…ハイパスフィルタ
- 32-1~32-n…位相シフタ
- 33-1~33-n…排他的論理和回路
- 34-1~34-n…乗算器
- 35…アクティビティ計算回路
- 36…加算器
- 37-1~37-n…乗算器
- 41…ハイパスフィルタ
- 42-1~42-n…位相シフタ
- 43-1~43-n…第 1 乗算器
- 44…アクティビティ計算回路
- 45-1~45-n…第 2 乗算器
- 46-1~46-n…累積加算器
- 47…透かし情報推定器
- 51…振幅変調器
- 52…非線形フィルタ
- 61…振幅変調器
- 62…非線形フィルタ

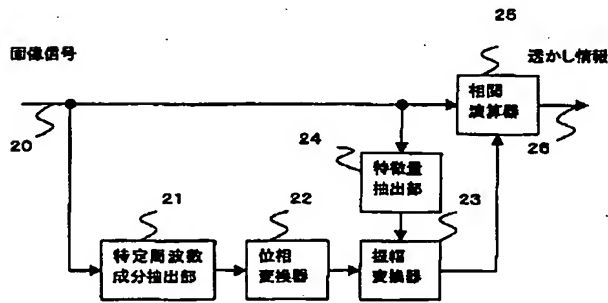
【図1】



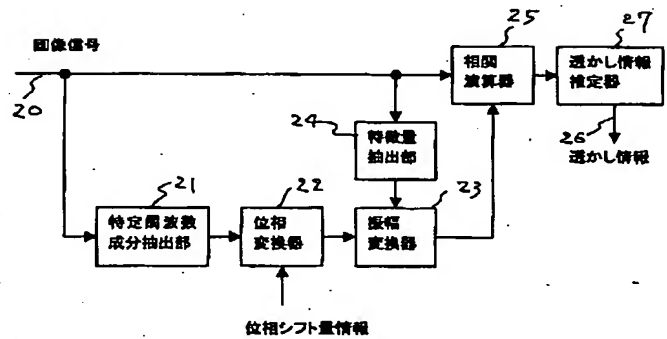
【図2】



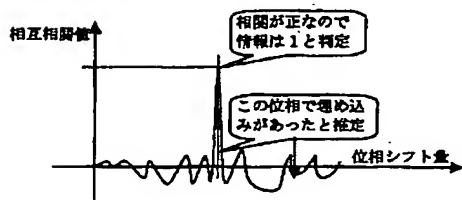
【図3】



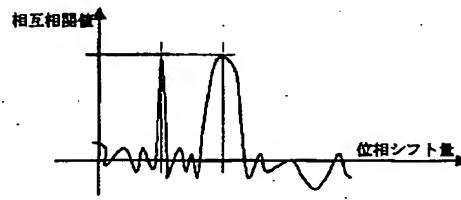
【図4】



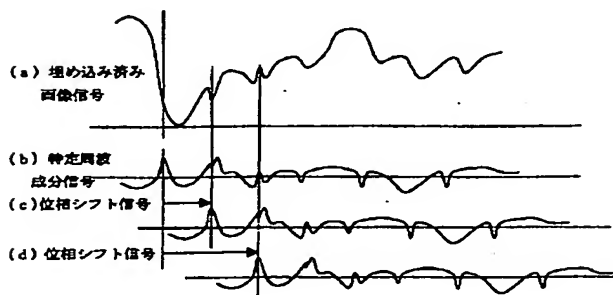
【図5】



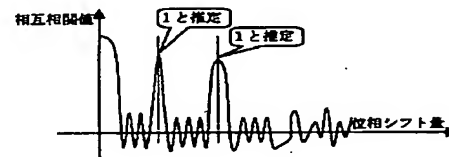
【図6】



【図11】

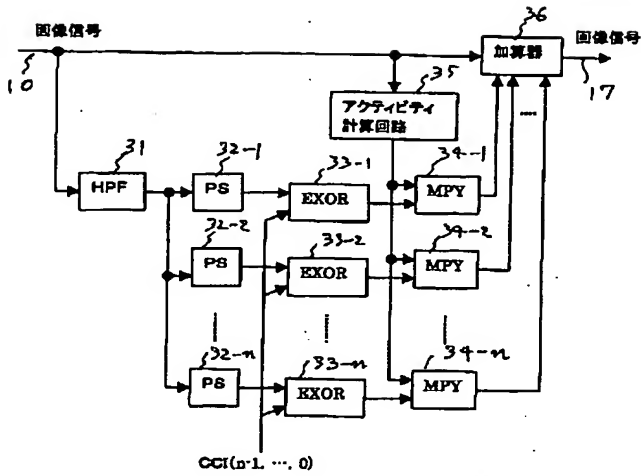


【図12】

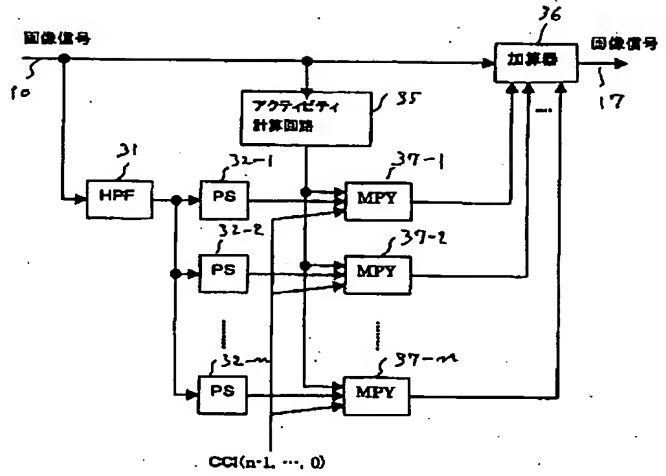




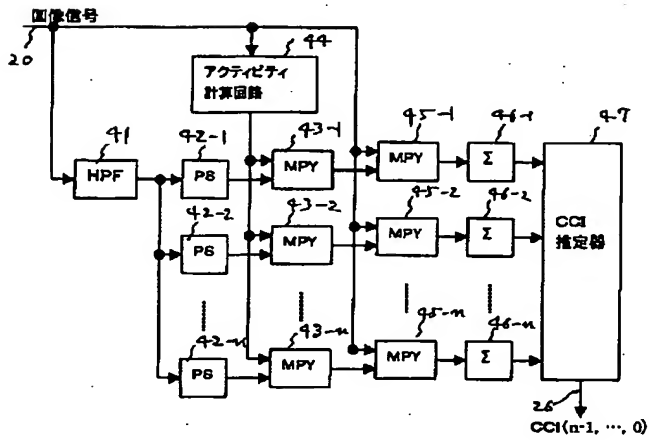
【図7】



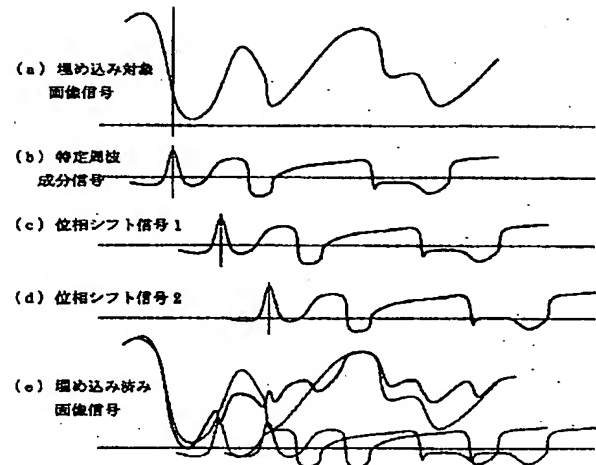
【図8】



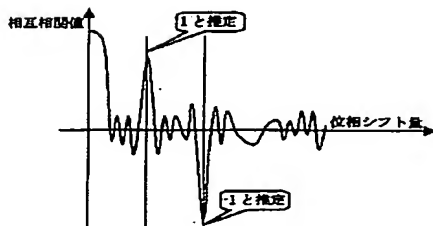
【図9】



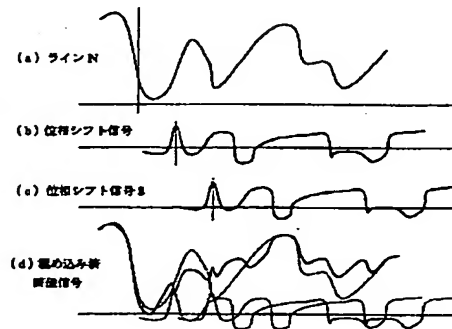
【図10】



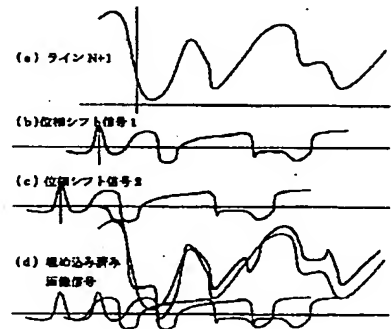
【図13】



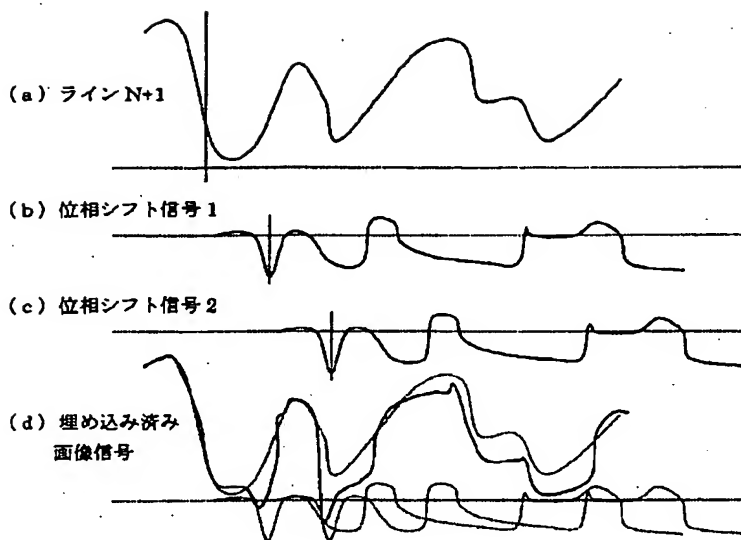
【図14】



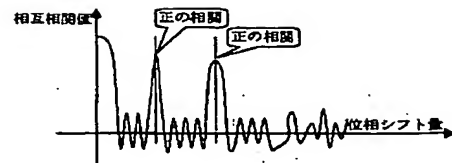
【図20】



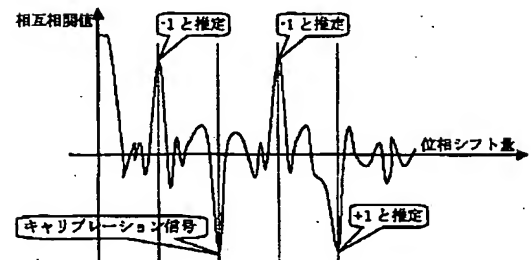
【図15】



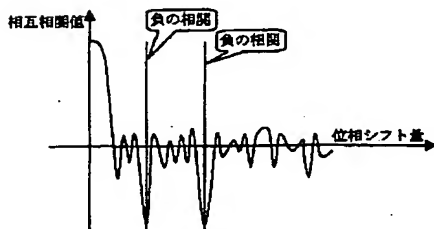
【図16】



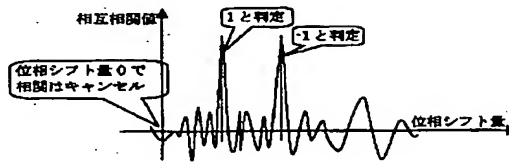
【図22】



【図17】

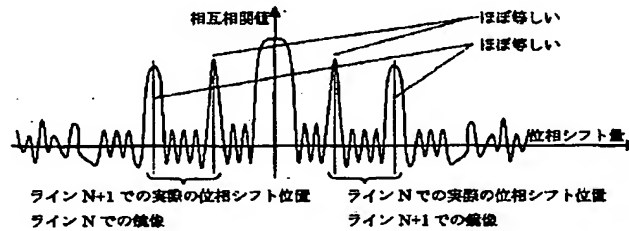
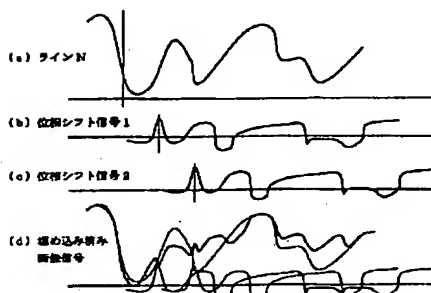


【図18】

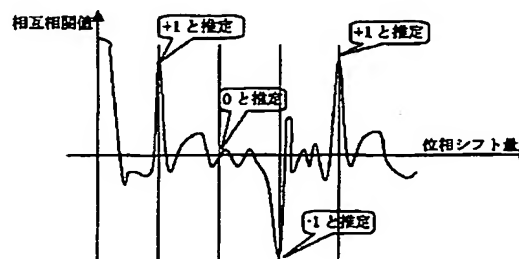


【図21】

【図19】



【図23】

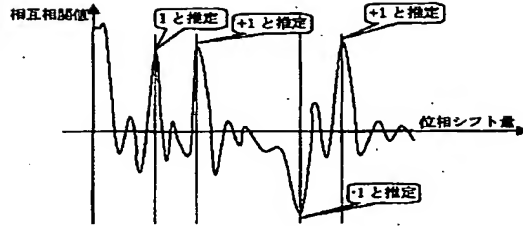


【図24】

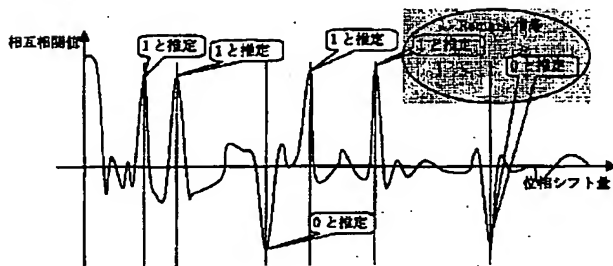
-1	-1	0	0	0
-1	0	0	0	1
-1	+1	0	1	0
0	-1	0	1	1
0	0	1	0	0
0	+1	1	0	1
+1	-1	1	1	0
+1	0	1	1	1
+1	+1	未使用	未使用	未使用

【図 25】

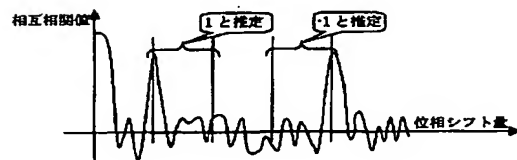
-1	-1	0	0	0
-1	0	0	0	1
-1	+1	0	1	0
0	-1	0	1	1
0	0	forbidden	forbidden	forbidden
0	+1	1	0	0
+1	-1	1	0	1
+1	0	1	1	0
+1	+1	1	1	1



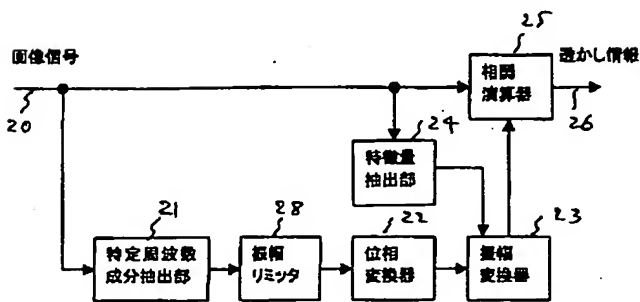
【図 27】



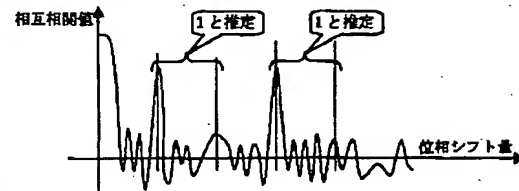
【図 29】



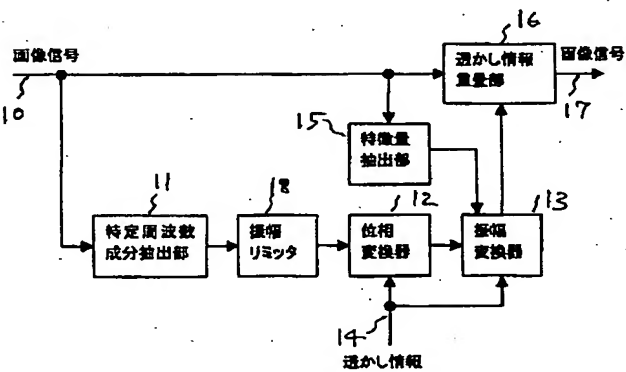
【図 31】



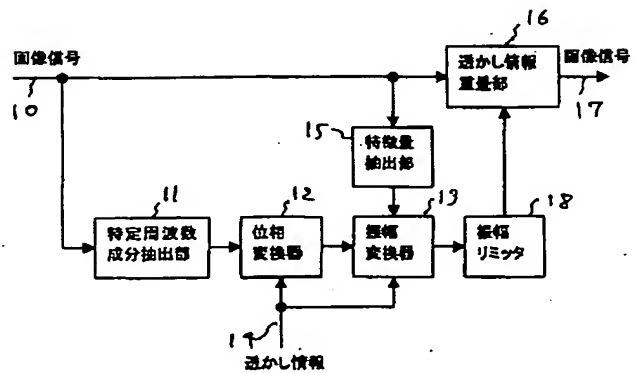
【図 28】



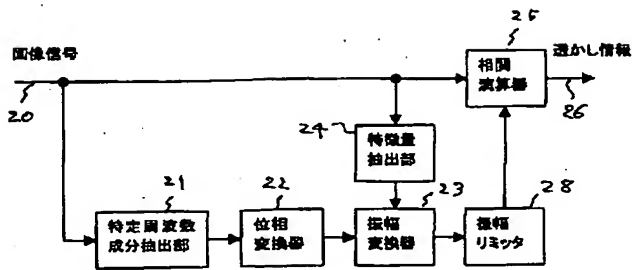
【図 30】



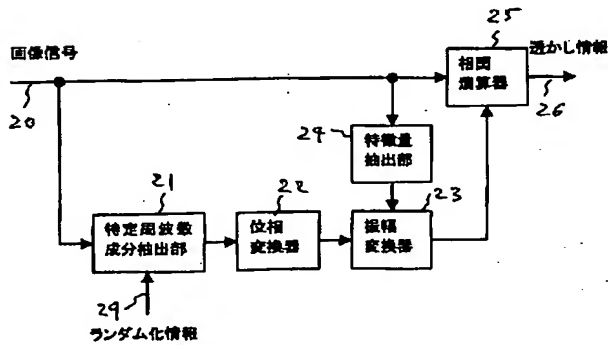
【図 32】



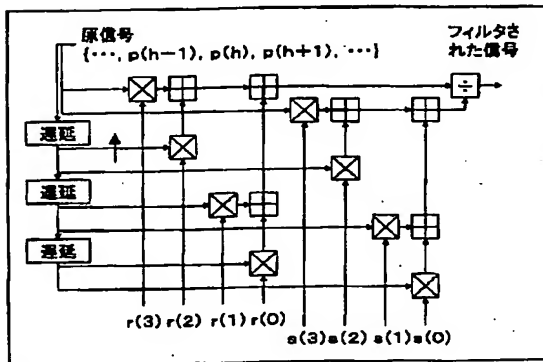
【図 33】



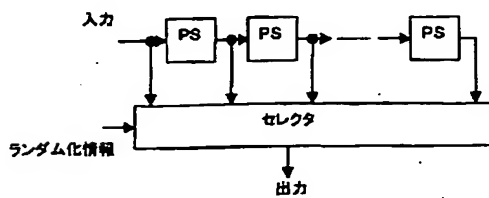
【図 35】



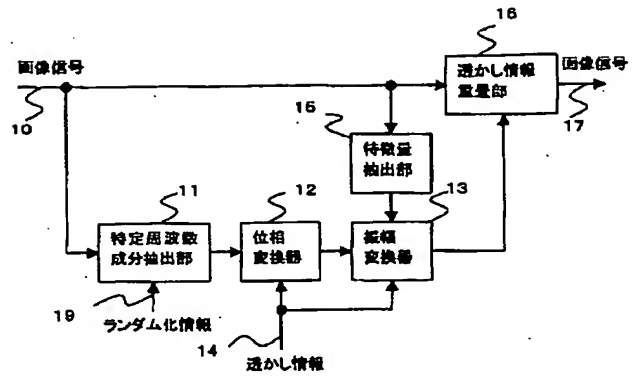
【図 37】



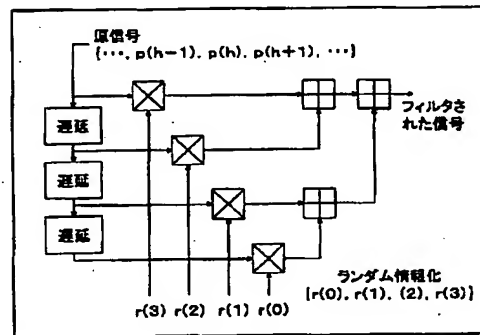
【図 40】



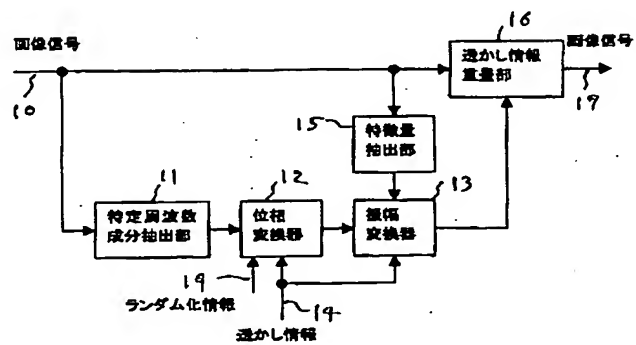
【図 34】



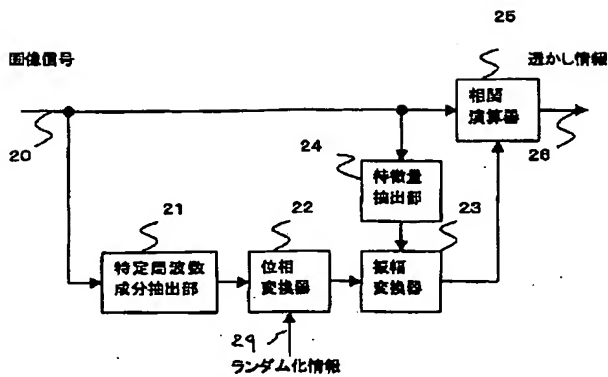
【図 36】



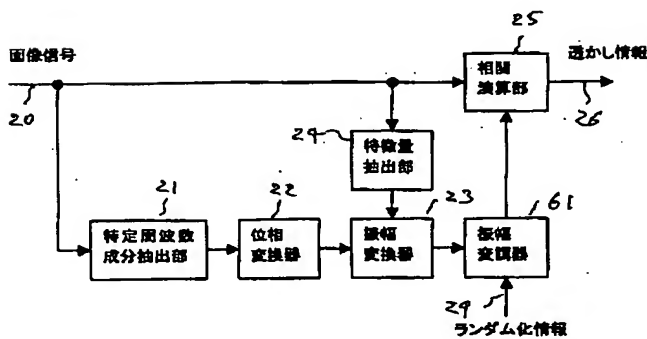
【図 38】



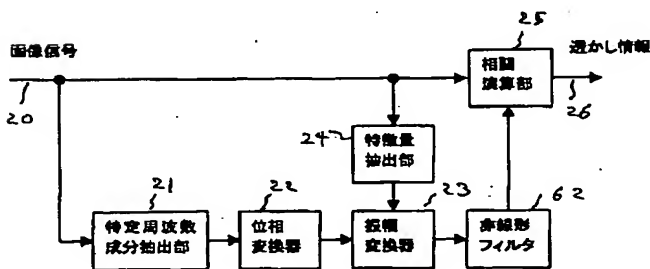
【図 39】



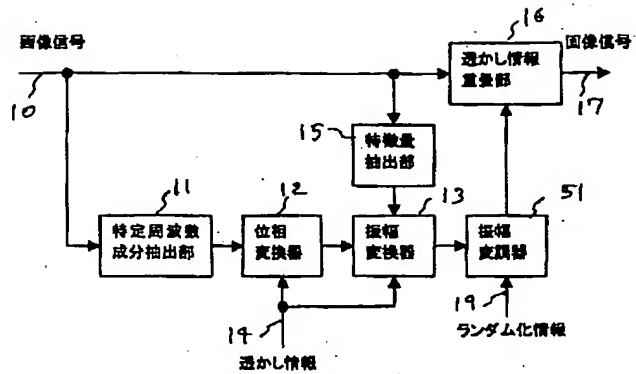
【図 42】



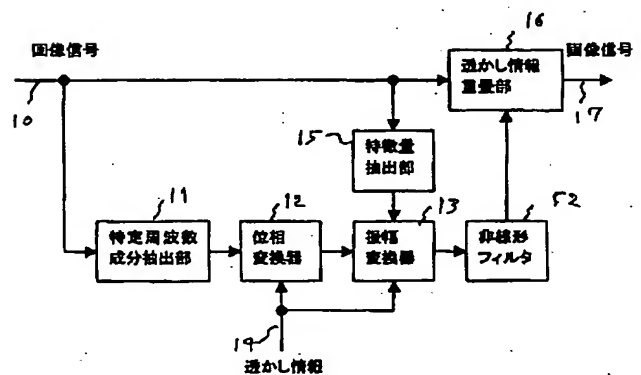
【図 44】



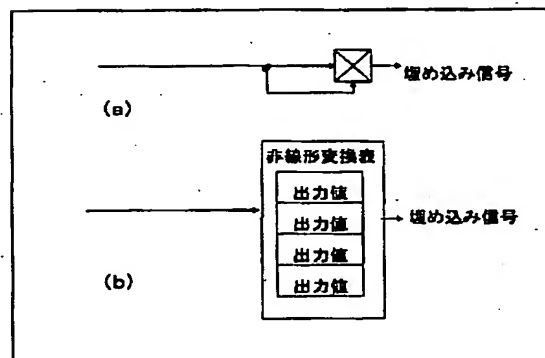
【図 41】



【図 43】



【図 45】



フロントページの続き

(72) 発明者 上林 達  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 古藤 晋一郎  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 山田 尚志  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
東芝本社事務所内

Fターム(参考) 5B057 CE06 CE08 CH01 CH20  
5C063 AB06 CA34 CA36 DA07 EB04  
5C076 AA14 BA06